

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050901

International filing date: 01 March 2005 (01.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 010 410.7  
Filing date: 01 March 2004 (01.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 June 2005 (13.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 010 410.7

**Anmeldetag:**

01. März 2004

**Anmelder/Inhaber:**Continental Teves AG & Co oHG,  
60488 Frankfurt/DE**Bezeichnung:**Verfahren zur situationsgerechten angepassten An-  
steuerung von PreCrashmaßnahmen am Beispiel  
von reversiblen Gurtstraffern**IPC:**

B 60 R 21/01

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 28. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

  
Faust

## Erfindungsmeldung

# Verfahren zur situationsgerechten angepassten Ansteuerung von PreCrashmaßnahmen am Beispiel von reversiblen Gurtstraffern

## Technische Beschreibung der Erfindung

### 1. Stand der Technik

In den aktuellen Sicherheitssystemen eines Fahrzeugs wird oft als einer der Maßnahmen der passiven Sicherheit den reversiblen motorisierten Gurtstraffer (RMG) benutzt, um den Fahrer bzw. den Beifahrer in dem Sitz zu fixieren bzw. zu positionieren. Bei diesen Systemen wird ein solcher RMG mit einem Signal angesteuert, der von Informationen der unmittelbaren Fahrzeugumgebung bzw. des Innenraums abhängt. Als Information werden Daten der Umfeldsensorik wie beispielsweise eines ACC-Sensors oder eines Nahbereichsradars in Betracht gezogen. Ausserdem werden die Signale der Eigendynamik wie Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung des eigenen Fahrzeuges ausgewertet.

### 2. Beschreibung der Erfindung

Erfindungsgemäß basiert die Ansteuerung des RMGs nicht nur auf der Auswertung der Daten von der Umweltsensorik sondern auch auf die Prädiktion der Trajektorien von in der potentiellen Kollision verwickelten Objekten und der daraus resultierenden Schätzung des Gefahrenpotentials, der Unfallschwere und des Kollisionswinkels:

Als Eingangsdaten wird eine Objektliste aus der unmittelbaren Umgebung des Fahrzeuges mit Abständen, relativen Geschwindigkeiten und evtl. relativen Beschleunigungen zu dem jeweiligen Objekt, sowie eigene Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung des Fahrzeuges angenommen.

Das System prädiziert die Bewegung aller Objekte bzw. des eigenen Fahrzeuges und berechnet anhand dieser Prädiktion folgende Daten:

- Zeit bis zum potentiellen Aufprall  $t_{ic}$
- Kollisionswinkel zu dem relevanten Objekt:  $\alpha_{acc}$
- Unfallschwere  $\chi_{acc}$
- Gefahrpotential  $dp$

Diese Signale werden periodisch ausgewertet und aktualisiert.  
Für die Berechnung dieser Größen werden unterschiedliche Verhalten von Objekten und/oder des Fahrers prädiziert. Die Objekte werden in 3 Klassen: stehende, mitfahrende oder entgegenkommende klassifiziert. Anhand der Objektklasse werden die oben genannten Größen auf unterschiedliche Weise berechnet. Z. B. ist der Kollisionswinkel bei einem stehenden Objekt stets  $= 0^\circ$ . Die Unfallschwere wird beispielsweise in Abhängigkeit der Relativgeschwindigkeit unmittelbar vor dem Aufprall bestimmt und besitzt einen Wert zwischen 0 und 1. Unfallschwere  $= 1$  soll für einen Unfall mit den letalen Folgen darstellen, wobei Unfallschwere  $= 0$  keine Gefährdung für den Insassen bedeutet. Im Bild 1 ist ein möglicher Verlauf der Unfallschwere in Abhängigkeit von der prädizierten relativen Geschwindigkeit beim Aufprall dargestellt.

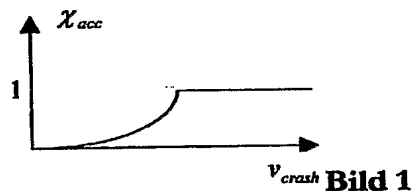


Bild 1

Das Gefahrpotential ist ein Produkt aus Kollisionskurssicherheit und Unfallnichtvermeidungswahrscheinlichkeit. Der erste Faktor wird aus der Relation zu dem Abstand bis zum Treffpunkt der Trajektorien vom eigenen Fahrzeug und von dem im potentiellen Unfall teilnehmendes Objekt berechnet. Wie es im Bild 2. dargestellt entspricht er der skizzierten Gauskurve ähnlichen Wahrscheinlichkeitsverteilung in Abhängigkeit von der Breite des Fahrzeuges  $b_{veh}$  und der Sicherheitszone um das Fahrzeug SA.

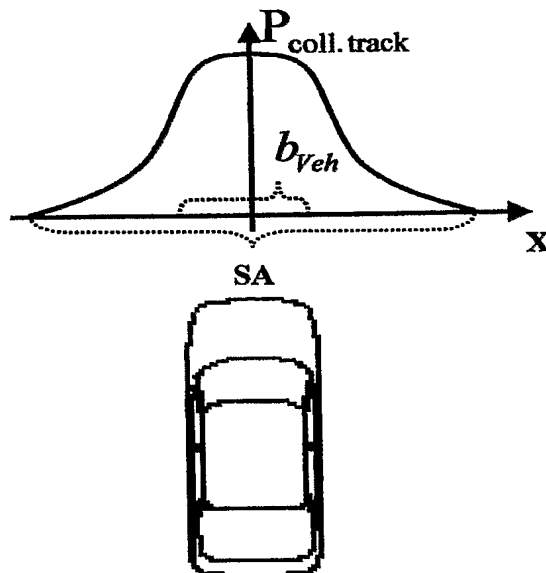


Bild 2

Der zweite Faktor entsteht aus der Berechnung der Zeit bis zum Punkt, bei dem der Unfallvermeidung physikalisch weder durch Bremsen noch durch gleichzeitiges Lenken und Bremsen möglich ist. Diese Zeitberechnung hängt wiederum von der Verhal-

tensprädiktionsgüte der vom im potentiellen Unfall teilnehmenden Fahrzeugen und der Fahrzeugmodelle, die zugrunde dieser Rechnung liegen. Um einen fest definierten Querversatz des Fahrzeuges zu erreichen braucht der Fahrer je nach seiner Geschwindigkeit und Traktion eine bestimmte Zeit  $t_{st}$ . In einer ersten einfachen und daher besonders vorteilhaften Ausführung geht man von gleichmäßig beschleunigten Bewegungen aus. Somit bleibt dem Fahrer die Zeit:

$$t_{pcu,st} = -\frac{\Delta s + \Delta v_{lon} \cdot t_{st} - \frac{1}{2} \cdot a_{br} \cdot t_{st}^2}{\Delta v_{lon}}$$

$\Delta s$  aktueller Abstand zu dem Objekt  
 $\Delta v_{lon}$  aktuelle Relativgeschwindigkeit  
 $a_{br}$  Bremsverzögerung des Fahrzeuges

um den Unfall durch das Lenken und Bremsen zu verhindern. Gleichzeitig überprüft das System, ob der Fahrer durch das Lenken nicht auf den Kollisionskurs mit den anderen Verkehrsteilnehmer umsteigt. D.h. rechts oder links vom eigenen Fahrzeug muss es genügend Raum für das Manöver geben, sonst wird diese Zeit für die Berechnung der Gesamtausweichzeit nicht berücksichtigt. Die Zeit bis zum letzten Moment, bei dem der Fahrer physikalisch noch die Möglichkeit hat den Unfall durch das Bremsen zu vermeiden, beispielsweise für den Fall, dass das Objekt seine Geschwindigkeit während des Gesamtvorganges nicht ändert, wird berechnet mit der gleichen Vereinfachungen durch:

$$t_{pcu,br} = -\left( \frac{\Delta s}{\Delta v_{lon}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta v_{lon}}{a_{br}} \right)$$

$\Delta s$  aktueller Abstand zu dem Objekt  
 $\Delta v_{lon}$  aktuelle Relativgeschwindigkeit  
 $a_{br}$  Bremsverzögerung des Fahrzeuges

Für die Berechnung der insgesamt verbleibenden Zeit bis zum Erreichen des Punktes an dem eine Kollision fahrphysikalisch unvermeidbar ist ( $t_{pcu}$ ), wird ein Maximum aus  $t_{pcu,st}$  und  $t_{pcu,br}$  gebildet. Nachdem die Zeit  $t_{pcu}$  bekannt ist, wird die Unfallnichtvermeidungswahrscheinlichkeit erfindungsgemäß aus der Beziehung:

$$dp_{acc} = 1 - \frac{t_{pcu}}{t_{crit}}$$

berechnet, wobei der Parameter  $t_{crit}$  die vom Gesetzgeber vorgeschriebenen geschwindigkeitsabhängiger Sollabstand darstellt. (im Volksmunde „halbe Tacho Regel“ genannt und entspricht in Deutschland 1,8 sec).

Somit ergibt sich das Gesamtgefahrenpotential für ein Objekt aus dem Produkt:

$$dp = dp_{acc} \cdot P_{coll\_track}$$

Im nächsten Schritt wird das gefährlichste Objekt beispielsweise anhand der Gefahrenpotentialhöhe oder der berechneten Zeit bis zum Aufprall vom System ausgewählt und seine Daten als Eingangsdaten für die Ansteuerung des Gurtstraffer übernommen.

Wenn man davon ausgeht, dass der Gurtstraffer auf den Gurt eine variable Kraft mit oder ohne Verriegelung des Gurtes ausüben kann, ist auch die Ansteuerungsstrategie variabel gestaltet. Im gegebenen Fall besteht die Ansteuerung aus drei Stufen mit geringer mittleren und maximalen Kraft, die zu den unterschiedlichen Zeiten bis zur potentiellen bzw. sicheren Kollision aktiviert werden. Erfindungsgemäß sind sowohl die Aktivierungszeitpunkte als auch die Kraftstufen von der vorausberechneten Unfallschwere  $\chi_{acc}$  bzw. vom Kollisionswinkel  $\alpha_{acc}$  abhängig. Wenn es weniger Zeit als

$t_{st}^i = f(\chi_{acc}, \alpha_{acc})$  bis zur Kollision bleibt und das Gefahrenpotential den Schwellenwert

$dp_{st}^i = f(\chi_{acc}, \alpha_{acc})$  übersteigt, aktiviert das System die Gurtstrafferstufe  $i$ .

Die Berechnung der Schwellenwerten erfolgt nach der Formel:

$$t_{st}^i = t_{base}^i + \eta_{\chi}^i \cdot \chi_{acc} - \eta_{\alpha}^i \cdot (1 - \sin(\alpha_{acc})) \quad \alpha_{acc} = 90^\circ \text{ entspricht dem frontalen Aufprall}$$

$$dp_{st}^i = 1 - ((1 - dp_{min}^i) \cdot \chi_{acc} \cdot \sin(\alpha_{acc}))$$

- $t_{base}^i$  ist der Aktivierungszeitpunkt der Stufe  $i$ , wenn die potentielle Unfallschwere gering ist und das Objekt von der Seite mit dem Fahrzeug kollidiert.
- $\eta_{\chi}^i$  bzw.  $\eta_{\alpha}^i$  sind die Faktoren, die den Einfluss der Unfallschwere bzw. des Kollisionswinkel für den Aktivierungszeitpunkt bestimmen.
- $dp_{min}^i$  ist der minimale Schwellenwert für das Gefahrenpotential, um die Stufe  $i$  zu aktivieren.

Da die Auswertung der Eingangsdaten und Aufbereitung der Signale für die RMG-Ansteuerung in jedem Programmzyklus abläuft, wird zusätzlich dafür gesorgt, dass der Gurtstraffer, wenn aktiviert, mindestens für eine bestimmte Zeit  $t_{active}$  aktiv bleibt und in dieser Zeit nie in eine niedrigere als zur Aktivierungszeitpunkt gewählte Stufe wechselt.

### 3. Technische Vorteile der Erfindung

Die Ansteuerung des Gurtstraffers erfolgt durch die Auswertung der Objektinformation in der unmittelbare Umgebung des Fahrzeuges und daraus resultierenden Gefahrenpotentials. Dieser Gefahrenpotential ist ein Produkt aus prädizierten Kollisionskurssicherheit und Unfallnichtvermeidungswahrscheinlichkeit. Der erste Vorteil gegenüber anderen Systemen dabei ist, dass die Kollisionskurssicherheit variabel ist, und ein gauskurveähnlichen Verlauf in der Relation zu dem Abstand bis zum Treffpunkt der Trajektorien von den beiden im potentiellen Unfall verwickelte Verkehrsteilnehmer aufweist (s. Bild 1). Dies ermöglicht dem System die Ungenauigkeiten der Sensordaten für die Berechnung des Gefahrenpotentials auszugleichen, ohne die Information zu verlieren. Der nächste technische Vorteil ist, dass der Gefahrenpotential proportional zu der geschätzten Zeit bis zum Erreichen des Punktes, bei dem die Kollision weder durch Bremsen noch durch Ausweichen physikalisch möglich ist, berechnet wird. Die Ansteuerung wird dadurch situationsgerechter und verständlicher für den Fahrer. Aus der gleichem Grund werden auch die Aktivierungszeitpunkte bzw. die Aktivierungsschwelle für verschiedene Kraftstufen des Gurtstraffers abhängig von der Unfallschwere und dem Kollisionswinkel variabel gehalten.

### 4. Der entscheidende Punkt der Erfindung

- Situationsgerechte Gefahrpotentialschätzung durch Prädiktion der Trajektorien von den in Fahrzeugumgebung vorhandenen Objekten und daraus abgeleiteten kinematischen Größen.
- Anpassung der Gefahrenpotentialberechnung an die Zeit bis zum Punkt, bei dem die Kollision physikalisch unvermeidbar ist.
- An Verkehrssituation angepasste Ansteuerung des mehrstufigen Gurtstraffers oder einer anderen mehrstufige PreCrashmaßnahme wird dadurch erreicht, dass die Aktivierungszeitpunkte und die Aktivierungsschwellen von der Unfallschwere und dem Kollisionswinkel abhängig sind.

